

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 許出願公開番号

特開2000-100749

(P2000-100749A)

(43)公開日 平成12年4月7日 (2000.4.7)

(51) Int CL' H 01 L 21/28  
21/3065  
21/768

識別記号

F I  
H 01 L 21/28  
21/302  
21/90

マークド(参考)  
L 4 M 1 0 4  
N 5 F 0 0 4  
C 5 F 0 3 3  
A

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平10-271405

(22)出願日 平成10年9月25日 (1998.9.25)

(71)出願人 000006013  
三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号(72)発明者 川井 健治  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内(74)代理人 100082175  
弁理士 高田 守 (外1名)

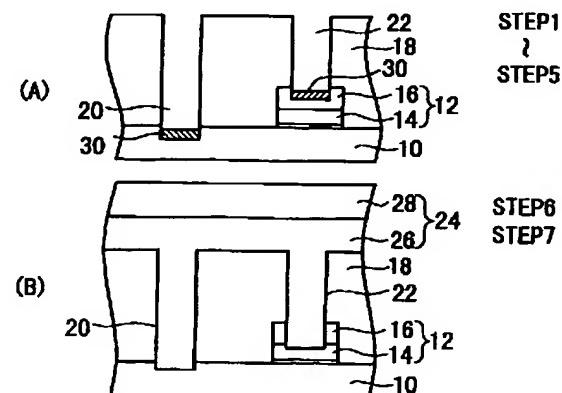
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置および半導体装置の製造方法

## (57)【要約】

【課題】 本発明は層間絶縁膜を貫通するコンタクトを備える半導体装置の製造方法に関し、配線抵抗の小さな多層配線構造を形成することを目的とする。

【解決手段】 シリコン基板10上に形成された層間酸化膜18を、CF系ガスのプラズマを用いてエッチングすることによりコンタクトホール20, 22を形成する(図1(A))。CF<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>の混合ガスのプラズマを用いて、コンタクトホール20, 22の底部に堆積する有機層30を除去するクリーニングエッティングを行う。有機層30が除去された後にコンタクトホール20, 22の内部に導電性のコンタクトを形成する(図1(B))。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコン基板上および配線上に形成された層間酸化膜にコンタクトホールを備える半導体装置の製造方法であって、  
 CF系ガスのプラズマを用いて層間酸化膜をエッチングすることにより前記コンタクトホールを形成する工程と、  
 CF<sub>4</sub>、Cl<sub>2</sub>、CHF<sub>3</sub>、SF<sub>6</sub>およびNF<sub>3</sub>よりなる群から選ばれたガスを含むハロゲン系ガスと、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>Oからなる群から選ばれたガスを含む酸素含有ガスとを含むクリーニングガスのプラズマを用いて、コンタクトホールの底部に堆積する有機層を除去する工程と、  
 前記有機層が除去された後に前記コンタクトホールの内部に導電性のコンタクトを形成する工程と、  
 を備えることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 シリコン基板上および配線上に形成された層間酸化膜にコンタクトホールを備える半導体装置の製造方法であって、  
 CF系ガスのプラズマを用いて層間酸化膜をエッチングすることにより前記コンタクトホールを形成する工程と、  
 Cl<sub>2</sub>、または、Cl<sub>2</sub>およびNF<sub>3</sub>を含むクリーニングガスのプラズマを用いて、コンタクトホールの底部に堆積する有機層を除去する工程と、  
 前記有機層が除去された後に前記コンタクトホールの内部に導電性のコンタクトを形成する工程と、  
 を備えることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記クリーニングガスは、He、Ne、Ar、Kr、XeおよびN<sub>2</sub>よりなる群から選ばれたガスを少なくとも1種は含むことを特徴とする請求項1または2記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 シリコン基板上に、下層を構成する多結晶シリコンと上層を構成する金属シリサイドとを備えるポリサイド構造のゲート電極を形成する工程を備え、  
 前記層間絶縁膜は、前記ゲート電極の形成後に、前記ゲート電極を含む領域に形成され、  
 前記CF系ガスのプラズマを用いるエッチングは、前記シリコン基板の上部および前記ゲート電極の上部の双方にコンタクトホールが形成されるように実行され、  
 前記クリーニングガスは、前記ハロゲン系ガスおよび前記酸素含有ガスを所定比率で含むガス、または、Cl<sub>2</sub>およびNF<sub>3</sub>を所定比率で含むガスであり、  
 前記所定比率は、前記クリーニングガスのプラズマを用いるエッティングにより、前記金属シリサイドが前記シリコン基板に比して優先的に除去されるように調整されており、  
 前記ゲート電極に対応するコンタクトは、前記コンタクトホールの内部において前記金属シリサイドが除去された後に、前記多結晶シリコンの上部に形成されることを

特徴とする請求項1乃至3記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記クリーニングガスは、CF<sub>4</sub>およびO<sub>2</sub>を、それぞれハロゲン系ガスおよび酸素含有ガスとして含み、  
 前記クリーニングガスのO<sub>2</sub>濃度は、50%以上90%以下であることを特徴とする請求項4記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 前記層間酸化膜の表面に、酸素を含有しないキャップ膜を形成する工程を含み、  
 前記クリーニングガスのプラズマを用いたエッティングは、前記キャップ膜が形成された後に実行されることを特徴とする請求項4記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】 前記クリーニングガスは、CF<sub>4</sub>およびO<sub>2</sub>を、それぞれハロゲン系ガスおよび酸素含有ガスとして含み、  
 前記クリーニングガスのO<sub>2</sub>濃度は、60%以上90%以下であることを特徴とする請求項6記載の半導体装置の製造方法。

【請求項8】 前記クリーニングガスのプラズマを用いたエッティングの工程は、第1の酸素濃度で実行されるシリサイド除去工程と、前記第1の酸素濃度に比して高い第2の酸素濃度で実行される有機物除去工程とを含むことを特徴とする請求項7記載の半導体装置の製造方法。

【請求項9】 前記ゲート電極の上部に、前記層間酸化膜に比して速い速度でエッティングされ得る層間膜を形成する工程を有し、  
 前記CF系ガスのプラズマを用いるエッティングは、前記シリコン基板の上部にコンタクトホールが形成され、かつ、前記ゲート電極の上部に、前記層間膜を貫通するコンタクトホールが形成されるように実行されることを特徴とする請求項4または6記載の半導体装置の製造方法。

【請求項10】 シリコン基板上に形成されたゲート電極を備える半導体装置であって、  
 シリコン基板上に、前記ゲート電極を覆うように形成される層間酸化膜と、  
 前記層間酸化膜を貫通して前記シリコン基板と導通する第1のコンタクトと、  
 前記層間酸化膜を貫通して前記ゲート電極と導通する第2のコンタクトとを備え、  
 前記ゲート電極は、下層を構成する多結晶シリコンと上層を構成する金属シリサイドとで構成されるポリサイド構造を有し、  
 前記上層の上部に、前記層間酸化膜に比して速いエッティング速度で除去され得る層間膜を備えることを特徴とする半導体装置。

【請求項11】 前記第2のコンタクトは、前記層間酸化膜と共に、前記層間膜および前記金属シリサイドを貫通していることを特徴とする請求項10記載の半導体装

置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置および半導体装置の製造方法に係り、特に、層間絶縁膜を貫通するコンタクトを備える半導体装置、および、その製造に適した製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図5(A)および図5(B)は、従来の半導体装置の製造方法において、シリコン基板またはゲート電極と導通するコンタクトを形成するために実行される一連の処理を説明するための図を示す。従来の半導体装置の製造方法によれば、シリコン基板10の上部に、ポリサイド構造のゲート電極12が形成される。ゲート電極12は、下層を形成する多結晶シリコン14および上層を形成する金属シリサイド16を備えている。多結晶シリコン14および金属シリサイド16には、それぞれ、一般的には500オングストローム～1000オングストローム程度の膜厚が付与される。

【0003】ゲート電極12が形成されると、シリコン基板10の上部に層間酸化膜18が形成される。次に、写真製版およびエッチングにより層間絶縁膜18の所定部位が除去されることにより、シリコン基板10の表面に開口するコンタクトホール20、および、ゲート電極12の上部に開口するコンタクトホール22が形成される(図5(A))。

【0004】コンタクトホール20、22が開口すると、次にポリサイド配線24が形成される図5(B)。ポリサイド配線24は、コンタクトホール20、22の内部および層間酸化膜18の上部に堆積される多結晶シリコン26、および、多結晶シリコン26の上部に堆積される金属シリサイド28を備えている。上述したポリサイド構造によれば、多結晶シリコンの単体構造に比して配線抵抗を小さく抑制することができる。従って、従来の製造方法によれば、低抵抗の多層配線構造を実現することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の製造方法によれば、ゲート電極12の表面に金属シリサイド16が残存している状態で、その上部にポリサイド配線24の多結晶シリコン26が堆積されることがある。この場合、ゲート電極12とポリサイド配線24との境界面には、金属シリサイドと多結晶シリコンとが接触する面(以下、「シリサイド/シリコン接触面」と称す)が形成される。シリコン/シリサイド接触面には、多結晶シリコン同士が接触する面(以下、「シリコン/シリコン接触面」と称す)に比して大きな電気抵抗が生ずる。このため、シリコン/シリサイド接触面が形成されると、半導体装置の配線抵抗に大きな電気抵抗が生ずる。

10 【0006】図6は、従来の製造方法を用いて、シリコン/シリサイド接触面の形成を防止し得る条件で製造された半導体装置の断面図を示す。図6に示す半導体装置は、コンタクトホール20、22を形成するためのエッティングを、コンタクトホール22が金属シリサイド16を貫通するまで継続することにより製造することができる。上記の条件によれば、コンタクトホール22の内部に、ゲート電極12の多結晶シリコン14とポリサイド配線24の多結晶シリコン26との接触面、すなわち、

10 【0007】シリコン/シリコン接触面を形成することができる。このため、上記の条件によれば、半導体装置の配線抵抗を抑制することができる。

【0007】しかしながら、コンタクトホール22が金属シリサイド16を貫通するまでエッティングが継続されると、他方のコンタクトホール20の底面において、シリコン基板10が過剰に除去される問題が生ずる。このため、コンタクトホール22を開口するためのエッティングを継続することによりシリコン/シリサイド接触面の形成を防止する手法は、必ずしも理想的な手法ではない。

【0008】従来の半導体装置の製造方法において、コンタクトホール20、22を開口するためのエッティングは、 $C_4F_8$ 、 $CHF_3$ または $CH_2F_2$ 等のCF系(フロロカーボン系)のガスを用いて実行される。これらのガスを用いたエッティングによれば、コンタクトホール20、22の内部において、シリコン基板10の表面、および、ゲート電極12の表面にフロロカーボン系のポリマーが50～100オングストローム程度堆積する。以下、この層を「有機層30」と称す。シリコン基板10またはゲート電極12と、ポリサイド配線24の多結晶シリコン26との界面に有機層30が介在すると、両者間に大きな接触抵抗が発生する。従来の製造方法は、この点においても、半導体装置に大きな配線抵抗を付与し易いものであった。

【0009】半導体装置が微細化されると、コンタクトホールは小径化される。コンタクトホールが小径化されると、コンタクト抵抗が増大し易くなる。従って、半導体装置の微細化を進めるためには、コンタクト抵抗を抑制して、半導体装置の配線抵抗を十分に抑制することが重要である。

【0010】本発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、配線抵抗の小さな多層配線構造を形成するうえで好適な半導体装置の製造方法を提供することを第1の目的とする。また、本発明は、配線抵抗の小さな多層配線構造を形成するうえで好適な構造を有する半導体装置を提供することを第2の目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、シリコン基板上に形成された層間酸化膜にコンタクトホールを備える半導体装置の製造方法であって、CF系ガ

スのプラズマを用いて層間酸化膜をエッティングすることにより前記コンタクトホールを形成する工程と、C F<sub>4</sub>、C l<sub>2</sub>、C H F<sub>3</sub>、S F<sub>6</sub>およびN F<sub>3</sub>よりなる群から選ばれたガスを含むハロゲン系ガスと、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、C O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>Oからなる群から選ばれたガスを含む酸素含有ガスとを含むクリーニングガスのプラズマを用いて、コンタクトホールの底部に堆積する有機層を除去する工程と、前記有機層が除去された後に前記コンタクトホールの内部に導電性のコンタクトを形成する工程と、を備えることを特徴とするものである。

【0012】請求項2記載の発明は、シリコン基板上に形成された層間酸化膜にコンタクトホールを備える半導体装置の製造方法であって、C F系ガスのプラズマを用いて層間酸化膜をエッティングすることにより前記コンタクトホールを形成する工程と、C l<sub>2</sub>、または、C l<sub>2</sub>およびN F<sub>3</sub>を含むクリーニングガスのプラズマを用いて、コンタクトホールの底部に堆積する有機層を除去する工程と、前記有機層が除去された後に前記コンタクトホールの内部に導電性のコンタクトを形成する工程と、を備えることを特徴とするものである。

【0013】請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の半導体装置の製造方法であって、前記クリーニングガスは、He、Ne、Ar、Kr、XeおよびN<sub>2</sub>よりなる群から選ばれたガスを少なくとも1種は含むことを特徴とするものである。

【0014】請求項4記載の発明は、請求項1乃至3記載の半導体装置の製造方法であって、シリコン基板上に、下層を構成する多結晶シリコンと上層を構成する金属シリサイドとを備えるポリサイド構造のゲート電極を形成する工程を備え、前記層間絶縁膜は、前記ゲート電極の形成後に、前記ゲート電極を含む領域に形成され、前記C F系ガスのプラズマを用いるエッティングは、前記シリコン基板の上部および前記ゲート電極の上部の双方にコンタクトホールが形成されるように実行され、前記クリーニングガスは、前記ハロゲン系ガスおよび前記酸素含有ガスを所定比率で含むガス、または、C l<sub>2</sub>およびN F<sub>3</sub>を所定比率で含むガスであり、前記所定比率は、前記クリーニングガスのプラズマを用いるエッティングにより、前記金属シリサイドが前記シリコン基板に比して優先的に除去されるように調整されており、前記ゲート電極に対応するコンタクトは、前記コンタクトホールの内部において前記金属シリサイドが除去された後に、前記多結晶シリコンの上部に形成されることを特徴とするものである。

【0015】請求項5記載の発明は、請求項4記載の半導体装置の製造方法であって、前記クリーニングガスは、C F<sub>4</sub>およびO<sub>2</sub>を、それぞれハロゲン系ガスおよび酸素含有ガスとして含み、前記クリーニングガスのO<sub>2</sub>濃度は、50%以上90%以下であることを特徴とするものである。

【0016】請求項6記載の発明は、請求項4記載の半導体装置の製造方法であって、前記層間酸化膜の表面に、酸素を含有しないキャップ膜を形成する工程を含み、前記クリーニングガスのプラズマを用いたエッティングは、前記キャップ膜が形成された後に実行されることを特徴とするものである。

【0017】請求項7記載の発明は、請求項6記載の半導体装置の製造方法であって、前記クリーニングガスは、C F<sub>4</sub>およびO<sub>2</sub>を、それぞれハロゲン系ガスおよび酸素含有ガスとして含み、前記クリーニングガスのO<sub>2</sub>濃度は、60%以上90%以下であることを特徴とするものである。

【0018】請求項8記載の発明は、請求項7記載の半導体装置の製造方法であって、前記クリーニングガスのプラズマを用いたエッティングの工程は、第1の酸素濃度で実行されるシリサイド除去工程と、前記第1の酸素濃度に比して高い第2の酸素濃度で実行される有機物除去工程とを含むことを特徴とするものである。

【0019】請求項9記載の発明は、請求項4または6記載の半導体装置の製造方法であって、前記ゲート電極の上部に、前記層間酸化膜に比して速い速度でエッティングされ得る層間膜を形成する工程を有し、前記C F系ガスのプラズマを用いるエッティングは、前記シリコン基板の上部にコンタクトホールが形成され、かつ、前記ゲート電極の上部に、前記層間膜を貫通するコンタクトホールが形成されるように実行されることを特徴とするものである。

【0020】請求項10記載の発明は、シリコン基板上に形成されたゲート電極を備える半導体装置であって、シリコン基板上に、前記ゲート電極を覆うように形成される層間酸化膜と、前記層間酸化膜を貫通して前記シリコン基板と導通する第1のコンタクトと、前記層間酸化膜を貫通して前記ゲート電極と導通する第2のコンタクトとを備え、前記ゲート電極は、下層を構成する多結晶シリコンと上層を構成する金属シリサイドとで構成されるポリサイド構造を有し、前記上層の上部に、前記層間酸化膜に比して速いエッティング速度で除去得る層間膜を備えることを特徴とするものである。

【0021】請求項11記載の発明は、請求項10記載の半導体装置であって、前記第2のコンタクトは、前記層間酸化膜と共に、前記層間膜および前記金属シリサイドを貫通していることを特徴とするものである。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照してこの発明の実施の形態について説明する。尚、各図において共通する要素には、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

【0023】実施の形態1. 図1(A)および図1(B)は、本発明の実施の形態1の半導体装置の製造方法を説明するための図を示す。本実施形態の製造方法に

よれば、シリコン基板10の上部に、ポリサイド構造のゲート電極12が形成される(ステップ1)。ゲート電極12は、下層を形成する多結晶シリコン14および上層を形成する金属シリサイド16を備えている。多結晶シリコン14および金属シリサイド16には、それぞれ、500オングストローム～1000オングストローム程度の膜厚が付与される。

【0024】金属シリサイド16は、例えば、タングステンシリサイド、チタンシリサイド、モリブデンシリサイド、コバルトリシリサイド、ニッケルシリサイド、ルテニウムシリサイド、白金シリサイド等で構成される。

尚、本実施形態では、多結晶シリコン14と金属シリサイド16とを組み合わせてゲート電極12を構成することとしているが、ゲート電極12の構造はこれに限定されるものではない。すなわち、ゲート電極12は、多結晶シリコン14と金属膜とで構成されるメタルゲート構造としてもよい。

【0025】ゲート電極12が形成されると、シリコン基板10の上部に層間酸化膜18が形成される(ステップ2)。層間酸化膜18の上部には、写真製版により、所定部位に開口部を有するレジストが形成される(ステップ3)。次に、上記のレジストをマスクとして、層間酸化膜18にコンタクトホール20および22を形成するためのエッチングが行われる(ステップ4)。以下、このエッチングを「開口エッチング」と称す。

【0026】開口エッチングは、 $C_4F_8$ 、 $CHF_3$ または $CH_2F_2$ 等のCF系のガス(以下、「開口ガス」と称す)を用いて実行される。開口ガスを用いるエッチングによれば、層間酸化膜18を、シリコン基板10や金属シリサイド16に比して優先的に除去することができる。従って、上述した開口エッチングによれば、シリコン基板10の表面に到達するコンタクトホール20、および、金属シリサイド16の表面に到達するコンタクトホール22を、同一の工程で形成することができる。

【0027】本実施形態の製造方法においては、コンタクトホール20、22が層間酸化膜18を貫いて、それぞれ、シリコン基板10の表面、または、金属シリサイド16の表面に到達するまで開口エッチングが実行される。開口エッチングによってコンタクトホール20、22が形成されると、層間酸化膜18の上部に形成されていたレジストが除去される(ステップ5)(図1(A))。

【0028】ところで、開口ガスを用いたエッチングによれば、コンタクトホール20、22の内部において、シリコン基板10の表面、および、ゲート電極12の表面にフロロカーボン系のポリマー、すなわち、有機層30が50～100オングストローム程度堆積する。シリコン基板10の表面やゲート電極12の表面に有機層30が残存したままそれらの上部にコンタクトが形成されると、シリコン基板12およびゲート電極12とコンタ

クトとの接触面に大きな接触抵抗が生ずる。従って、半導体装置の配線抵抗を低減するためには、コンタクトの形成に先立って、有機層30を除去することが重要である。

【0029】有機層30は、例えば、 $CF_4$ と $O_2$ とを所定の比率で含有するクリーニングガス(以下、このような混合ガスを記号/を用いて「 $CF_4/O_2$ ガス」と称す)を用いてエッチングを行うことにより除去することができる。以下、このエッチングを「クリーニングエッ

チング」と称す。シリコン基板10とコンタクトとの接触抵抗、および、ゲート電極12とコンタクトとの接触抵抗は、上述したクリーニングエッチングによりシリコン基板10を150オングストローム程度除去することで、それぞれ、有機層30が残存する場合の1/10程度、或いは、2/3～1/2程度に低減させることができる。

【0030】また、上述したクリーニングエッチング、すなわち、 $CF_4/O_2$ ガスを用いたエッチングによれば、シリコン基板10を過剰に除去することなく、金属シリサイド16を多結晶シリコン14の上部から除去することができる。図2において横軸は、クリーニングエッチングに用いられる $CF_4/O_2$ ガスの $O_2$ 濃度を示す。また、図2において縦軸は、クリーニングエッチングの、シリコンSiに対するタングステンシリサイドWSiの選択比(右側軸)、および、シリコンSiに対する酸化シリコンSiO<sub>2</sub>の選択比(左側軸)を示す。

尚、図2に示す関係は、コンタクトホール20、22の直径がほぼ0.25μmの場合に得られる関係である。

【0031】図2に示す如く、 $CF_4/O_2$ ガスを用いたクリーニングエッチングによれば、 $CF_4/O_2$ ガスの $O_2$ 濃度が50%以上とすることで、Siに対するWSiの選択比を1以上とすることができます。従って、上述したクリーニングエッチング、すなわち、 $CF_4/O_2$ ガスを用いたエッチングによれば、シリコン基板10を過剰に除去することなく、金属シリサイド16を多結晶シリコン14の上部から除去することができる。

【0032】金属シリサイド16を多結晶シリコン14の上部から除去すると、コンタクトホール22の内部に形成されるコンタクト(多結晶シリコン)と、ゲート電極12との境界面をシリコン/シリコン接触面とすることができる。一方、金属シリサイド16を除去することなくコンタクトホール22の内部にコンタクトが形成されると、上述した境界面は、シリサイド/シリコン接触面となる。シリコン/シリコン接触面の接触抵抗は、最も良好な条件で比較すると、シリサイド/シリコン接触面の接触抵抗の1/10程度となる。従って、クリーニングエッチングによって金属シリサイド16を除去することによれば、有機層を除去できると同時に、ゲート電極12の上部に極めて配線抵抗の小さな配線構造を形成することができる。

【0033】図2に示す如く、WSiのSiに対する選択比は、クリーニングガスのO<sub>2</sub>濃度が高いほど大きな値となる。従って、シリコン基板10を除去することなく効率良く金属シリサイド16を除去するうえでは、クリーニングガスのO<sub>2</sub>濃度が高いほど望ましい。一方、図2に示す如く、クリーニングガスのO<sub>2</sub>濃度が高くなるに連れて、Siに対するSiO<sub>2</sub>の選択比が上昇し、クリーニングエッチングの過程で層間酸化膜18がエッチングされ易い状態となる。このため、コンタクトホール20, 22の拡大率を適正な範囲に抑制するためには、クリーニングガスのO<sub>2</sub>濃度を適当な値以下に規制することが必要である。

【0034】本実施形態の製造方法によれば、層間酸化膜18の表面からレジストが除去された後、O<sub>2</sub>濃度が50%~90%の範囲内の所定値に調整されたCF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>ガスを用いてクリーニングエッチングが実行される(ステップ6)。CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>ガスのO<sub>2</sub>濃度が90%以下に調整されていると、例えば、層間酸化膜18がTEOS膜であり、シリコン基板10の除去量が300オングストローム程度である場合に、コンタクトホール20, 22の拡大幅を0.01μm以下に抑制することができる。従って、上記のクリーニングエッチングによれば、有機層30を除去すると共に、シリコン基板10の過剰な除去およびコンタクトホール20, 22の過剰な拡大を防止しつつ、多結晶シリコン14上の金属シリサイド16を適当に除去することができる。

【0035】上述した処理により、シリコン基板10に開口するコンタクトホール20、および、多結晶シリコン22が形成されると、次にポリサイド配線24が形成される(ステップ7)(図1(B))。ポリサイド配線24は、コンタクトホール20, 22の内部および層間酸化膜18の上部に堆積される多結晶シリコン26を備えている。多結晶シリコン26のうち、コンタクトホール20, 22の内部に堆積される部分は、シリコン基板10またはゲート電極12を外部配線に導通させるコンタクトを構成している。ポリサイド配線24は、更に、多結晶シリコン26の上部に堆積される金属シリサイド28を備えている。

【0036】ポリサイド配線24の多結晶シリコン26は、コンタクトホール20、22の内部で、有機層30や金属シリサイド16を介すことなく、シリコン基板10またはゲート電極12の多結晶シリコン14と接触している。このため、本実施形態の製造方法によれば、シリコン基板10およびゲート電極12の双方と、十分に小さな配線抵抗で導通する配線を有する多層配線構造を形成することができる。

【0037】ところで、本実施形態の製造方法において、エッチング装置には、ダウンストリーム型、或いは、アノードカップル平行平板型の装置を用いることが望ましい。また、エッチング装置としてアノードカップ

ル平行平板型の装置を用いる場合には、パワー密度(RFパワー/電極面積)を0.65W/cm<sup>2</sup>以下とすることが望ましい。上述した装置および条件によれば、エッチングによるダメージを有效地に抑制しつつ、上述した多層配線構造を形成することができる。

【0038】また、上記の実施形態においては、CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>ガスがクリーニングガスとして用いられているが、クリーニングガスはこれに限定されるものではない。すなわち、Cl<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>ガス、ベーパーフッ酸(Vapor HF)/O<sub>2</sub>ガス、CHF<sub>3</sub>/O<sub>2</sub>ガス、SF<sub>6</sub>/O<sub>2</sub>ガスまたはNF<sub>3</sub>/O<sub>2</sub>ガスのような、ハロゲン系ガスと酸素ガスとの混合ガス、或いは、Cl<sub>2</sub>ガスまたはCl<sub>2</sub>/NF<sub>3</sub>ガスのような塩素系ガスをクリーニングガスとすることによっても、CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>ガスをクリーニングガスとする場合と同様の効果を得ることができる。

【0039】また、クリーニングガスとして、上述したハロゲン系ガスと酸素ガスとの混合ガス(5種類)に含まれるO<sub>2</sub>ガスを、N<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>またはH<sub>2</sub>O等の酸素含有ガスに置換した混合ガスを用いることによっても、CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>ガスをクリーニングガスとする場合と同様の効果を得ることができる。更に、上述した種々のクリーニングガスに対して、He、Ne、Ar、KrまたはXe等を主成分とする希ガス、或いは、N<sub>2</sub>ガスのうち少なくとも1つを加えた混合ガスによっても、上述した優れた効果を得ることができる。

【0040】また、上記の実施形態においては、クリーニングガスを用いたクリーニングエッチングによって、有機層30および金属シリサイド16を除去することとしているが、本発明はこれに限定されるものではなく、何れか一方の効果のみが得られるようにクリーニングエッチングを行うこととしても良い。

【0041】実施の形態2. 次に、図3(A)乃至図3(D)を参照して、本発明の実施の形態2について説明する。本実施形態の製造方法においては、先ず、実施の形態1の場合と同様に、シリコン基板10の上部にポリサイド構造のゲート電極12、および、層間酸化膜18が順次形成される(ステップ1, 2)。

【0042】層間酸化膜18が形成されると、その上部に、酸素を含有しないキャップ層32が形成される(ステップ8)。キャップ層32は、具体的には、多結晶シリコンにより、膜厚が100~1000オングストローム程度となるように形成される。本実施形態の製造方法は、上述の如く層間酸化膜18の上部にキャップ層32を形成する点に第1の特徴を有している。キャップ層32の上部には、写真製版により、所定部位に開口部を有するレジストが形成される(ステップ9)。

【0043】次に、上記のレジストをマスクとして、キャップ層32を貫通し、シリコン基板10またはゲート電極12の表面付近まで到達するコンタクトホール20, 22を形成するためのエッチング、すなわち、開口

## 11

エッチングが行われる(ステップ10)。開口エッチングにおいて、層間絶縁膜18のエッチングは、実施の形態1の場合と同様にCF系のガスを用いて行われる。従って、コンタクトホール20, 22の底部には有機層30が堆積する。開口エッチングによってコンタクトホール20, 22が形成されると、キャップ層32の上部に形成されていたレジストが除去される(ステップ11)(図3(A))。

【0044】本実施形態の製造方法では、キャップ層32の上部からレジストが除去された後、O<sub>2</sub>濃度が60%～90%の範囲内の所定値に調整されたCF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>ガスを用いてクリーニングエッチングが実行される(ステップ12)。本実施形態の製造方法は、キャップ層32が残存した状態で、上記の条件によるクリーニングエッチングが行われる点に第2の特徴を有している。上記のクリーニングエッチングによれば、実施の形態1の場合と同様に、コンタクトホール20, 22の底部付近に堆積する有機層30を除去することができると共に、ゲート電極12の金属シリサイド16を除去することができる。

【0045】本実施形態において、クリーニングエッチングは、層間酸化膜18がキャップ層32で、すなわち、多結晶シリコンで覆われた状態で行われる。層間酸化膜18が露出した状態でクリーニングエッチングが行われる場合は、エッチングの過程で、層間酸化膜18に含まれている酸素が雰囲気中にガスとして供給される。一方、本実施形態の製造方法によれば、酸素を含有しないキャップ膜32で層間酸化膜18が覆われているため、エッチングの過程で、エッチングの対象物から雰囲気中に酸素が供給されることはない。このため、本実施形態において、クリーニングエッチングは、実施の形態1の場合に比して酸素が供給され難い状況下で実行される。

【0046】CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>ガスによるエッチングにおいて、雰囲気中のO<sub>2</sub>濃度が低下すると、有機物のデポジション効果が増大する。クリーニングエッチングの過程で、雰囲気中の酸素濃度は、コンタクトホール20, 22の内部で低下し易く、特に、アスペクト比の大きなコンタクトホール20の内部で低下し易い。このため、有機物のデポジション効果は、コンタクトホール20の底部において、コンタクトホール22の底部に比して僅かに強く現れる。

【0047】クリーニングエッチングによる除去効果は、有機物のデポジション効果が生じ難い部位において効果的に生ずる。このため、本実施形態において実行されるクリーニングエッチングによれば、コンタクトホール20の底部に現れるシリコン基板10に対して、コンタクトホール22の底部に現れる金属シリサイド16を優先的に除去することができる。また、本実施形態において、クリーニングエッチングに用いられるCF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>

## 12

ガスのO<sub>2</sub>濃度は、その下限値が60%に定められている。すなわち、本実施形態において、CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>ガスのO<sub>2</sub>濃度の下限値は、実施の形態1の場合(50%)に比して高い値に定められている。上記のO<sub>2</sub>濃度によれば、層間酸化膜18がキャップ層32で覆われている状況下で、コンタクトホール22の底部に、金属シリサイド16を除去するうえで十分な酸素を供給することができる。このため、本実施形態において実行されるクリーニングエッチングによれば、シリコン基板10を過剰に除去することなく、金属シリサイド16を効率良く除去することができる。

【0048】クリーニングエッチングの工程では、より具体的には、先ず、第1の酸素濃度C1(50%≤C1≤90%)を有するCF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>ガスを用いたシリサイド除去工程(ステップ12-1)が実行される。次いで、第1の酸素濃度C1に比して大きな第2の酸素濃度C2(50%≤C2≤90%)を有するCF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>ガスを用いた有機物除去工程(ステップ12-2)が実行される。有機物除去工程によれば、シリサイド除去工程でシリコン基板10およびゲート電極12の表面に堆積した有機物を除去することができる(図3(C))。このため、本実施形態の製造方法によれば、コンタクトホール20, 22の内部に、シリコン基板10およびゲート電極12の多結晶シリコン14を露出させることができる。

【0049】本実施形態において、キャップ層32の膜厚は、クリーニングエッチングの過程でキャップ層32が層間酸化膜18の表面から除去され得る厚さに設定されている。従って、キャップ層32は、クリーニングエッチングの過程で、図3(C)に示す如く層間酸化膜18の表面から除去される。尚、キャップ層32の膜厚は、そのような厚さに限定されるものではなく、クリーニングエッチングの実行後に、キャップ層32を層間酸化膜18の表面に残存させることとしてもよい。

【0050】上述した処理が終了すると、実施の形態1の場合と同様に、シリコン基板10およびゲート電極12と導通するポリサイド配線24が形成される(ステップ7)(図3(B))。ポリサイド配線24の多結晶シリコン26は、コンタクトホール20, 22の内部で、シリコン基板10またはゲート電極12の多結晶シリコン14と直接接觸している。このため、本実施形態の製造方法によれば、十分に小さな配線抵抗を有する多層配線構造を形成することができる。

【0051】ところで、上記の実施形態において、キャップ層32は、多結晶シリコンで形成することとしているが、キャップ層32の材質はこれに限定されるものではない。キャップ層32は、酸素を含有しないものであればよく、例えば、シリコン窒化物、チタン、窒化チタン、チタンタングステン等で構成してもよい。

【0052】また、上記の実施形態においては、CF<sub>4</sub>

/O<sub>2</sub>ガスがクリーニングガスとして用いられているが、クリーニングガスはこれに限定されるものではなく、実施の形態1の場合と同様に、ハロゲン系ガスと酸素系ガスとの混合ガス、塩素系ガス、或いは、それらに希ガスまたはN<sub>2</sub>ガスの少なくとも1つを加えたガス等をクリーニングガスとして用いることとしてもよい。

【0053】実施の形態3。次に、図4(A)乃至図4(C)を参照して、本発明の実施の形態3について説明する。本実施形態の製造方法においては、先ず、実施の形態1の場合と同様に、シリコン基板10の上部にポリサイド構造のゲート電極12が形成される(ステップ1)。

【0054】次に、ゲート電極12の上部に、層間膜34が形成される(ステップ13)。本実施形態において、層間膜34は、BPTEOSにより形成される。本実施形態の製造方法は、上記の如く、ゲート電極12の上部に層間膜34を形成する点に第1の特徴を有している。

【0055】層間膜34が形成されると、シリコン基板12の上部に層間酸化膜18が形成される(ステップ14)。本実施形態において、層間酸化膜18は、TEOSにより形成される。層間酸化膜18の上部には、写真製版により、所定部位に開口部を有するレジスト36が形成される(ステップ15)(図3(A))。

【0056】次に、上記のレジスト36をマスクとして、コンタクトホール20, 22を開口するための開口エッチングが実行される(ステップ16)。開口エッチングは、実施の形態1の場合と同様にCF系のガスを用いて行われる。CF系のガスを用いた開口エッチングによれば、TEOSに比してBPTEOSを速い速度でエッチングすることができる。従って、上記の開口エッチングによれば、ゲート電極12上部のコンタクトホール22を、シリコン基板10上部のコンタクトホール20に比して速い速度で開口することができる(図3(B))。

【0057】コンタクトホール22が早期に開口すると、コンタクトホール20がシリコン基板10の表面に到達するまでに、金属シリサイド16をエッチングする時間を十分に確保することができる。このため、本実施形態の製造方法によれば、開口エッチングを適当な条件で行うことにより、シリコン基板10を過剰に除去することなく金属シリサイド16を適正に除去することができる(図3(C))。

【0058】上述した処理が終了すると、実施の形態1の場合と同様に、シリコン基板10およびゲート電極12と導通するポリサイド配線24が形成される。ポリサイド配線24は、コンタクトホール22の内部で、金属シリサイド16を介すことなく多結晶シリコン14と直接接触する。従って、本実施形態の製造方法によれば、十分に小さな配線抵抗を有する多層配線構造を形成

することができる。

【0059】ところで、上記の実施形態において、層間膜34をBPTEOSで構成することとしているが、層間膜34は、層間酸化膜18に比して速いエッチング速度を確保し得るものであればよい。層間膜34は、例えば、BPSG、PSG、或いは、B, PまたはAs等の不純物を含有するSiO<sub>2</sub>で構成してもよい。

【0060】また、上記の実施形態においては、層間膜34を用いる手法を単独で用いることとしているが、層間膜34を用いる手法を、実施の形態1または2の手法と組み合わせて用いることとしても良い。

#### 【0061】

【発明の効果】この発明は以上説明したように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。請求項1記載の発明によれば、ハロゲン系ガスと酸素含有ガスとの混合ガス(クリーニングガス)を用いてエッチングを行うことにより、コンタクトホールの底部に堆積する有機層を除去することができる。

【0062】請求項2記載の発明によれば、塩素を含むクリーニングガスを用いてエッチングを行うことにより、コンタクトホールの底部に堆積する有機層を除去することができる。

【0063】請求項3記載の発明によれば、He、Ne、Ar、Kr、XeおよびN<sub>2</sub>よりなる群から選ばれた少なくとも1種のガスを含むクリーニングガスを用いてエッチングを行うことにより、コンタクトホールの底部に堆積する有機層を除去することができる。

【0064】請求項4記載の発明によれば、CF系のガスを用いるエッチングにより、シリコン基板の上部とゲート電極の上部とに同時にコンタクトホールを形成することができる。次に、ハロゲン系ガスおよび前記酸素含有ガスを所定比率で含むガス、または、Cl<sub>2</sub>およびNF<sub>3</sub>を所定比率で含むクリーニングガスを用いてエッチングを行うことにより、コンタクトホールの底部に堆積された有機層を除去し、かつ、シリコン基板に対して優先的にゲート電極の金属シリサイドを除去することができる。上記のエッチングによれば、シリコン基板を過剰に除去することなく、シリコン基板の表面に開口するコンタクトホール、および、ゲート電極の多結晶シリコンに開口するコンタクトホールを形成することができる。このため、本発明によれば、シリコン基板およびゲート電極の双方と導通し、かつ、小さな配線抵抗を有する多層配線構造を形成することができる。

【0065】請求項5記載の発明によれば、層間酸化膜にコンタクトホールが開口された後に、CF<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>を含み、かつ、O<sub>2</sub>濃度が60%以上90%以下に調整されたクリーニングガスを用いてエッチングが行われる。上記のエッチングによれば、シリコン基板に対してゲート電極の金属シリサイドを優先的に除去すると共に、そのエッチングの過程で、層間酸化膜が過剰に除去されるの

15

を、すなわち、コンタクトホールが過剰に拡大されるのを防止することができる。

【0066】請求項6記載の発明によれば、層間酸化膜の表面をキャップ膜で覆った状態でクリーニングガスを用いたエッチングを行うことができる。エッチングの効果が層間酸化膜に及ぶ場合は、層間酸化膜に含まれている酸素がガス化して、層間酸化膜から雰囲気中に酸素が供給される。一方、本発明のように、層間酸化膜の表面が、酸素を含有しないキャップ膜で覆われている場合は、エッチングの過程で層間酸化膜或いはキャップ層から雰囲気中に酸素が供給されることはない。クリーニングガスを用いたエッチングの過程において、雰囲気中の酸素濃度が低いと、コンタクトホールの底部付近に有機物が堆積し易くなる。また、その効果は、コンタクトホールのアスペクト比が大きい程顕著となる。従って、シリコン基板上のコンタクトホールの底部付近には、ゲート電極上のコンタクトホールの底部付近に比して有機物が多量に堆積する。このため、クリーニングガスを用いたエッチングの過程では、ゲート電極の金属シリサイドが、シリコン基板に比してエッチングされ易い状態が形成される。従って、本発明によれば、シリコン基板を過剰に除去することなく、金属シリサイドを貫通するコンタクトホールを形成することができる。

【0067】請求項7記載の発明によれば、 $\text{CF}_4$ と $\text{O}_2$ を含み、かつ、 $\text{O}_2$ 濃度が6.0%以上9.0%以下に調整されたクリーニングガスを用いてエッチングが行われる。上記のエッチングによれば、層間酸化膜の表面がキャップ膜で覆われた状況下で、シリコン基板を過剰に除去することなくゲート電極の金属シリサイドを優先的に除去すると共に、そのエッチングの過程で、コンタクトホールが過剰に拡大されるのを防止することができる。

【0068】請求項8記載の発明によれば、第1の酸素濃度で酸素を含むクリーニングガスを用いてエッチングを行った後に、第2の酸素濃度(>第1の酸素濃度)で酸素を含むクリーニングガスを用いてエッチングを行うことができる。後者のエッチングによれば、コンタクトホールの底部に残存する有機物を除去して、シリコン基板の表面、および、ゲート電極の表面を露出させることができる。

【0069】請求項9記載の発明によれば、ゲート電極の金属シリサイドの上部に、エッチング速度の速い層間

16

膜を形成することができる。このため、本発明によれば、層間酸化膜にエッチングを施してコンタクトホールを形成する際に、ゲート電極の上部におけるエッチングを、シリコン基板の上部におけるエッチングに比して進めることができる。このため、本発明によれば、シリコン基板を過剰に除去することなく、シリコン基板に開口するコンタクトホールと、ゲート電極の多結晶シリコンに開口するコンタクトホールとを形成することができる。

10 【0070】請求項10記載の発明によれば、ゲート電極の上部およびシリコン基板の上部の双方を対象としてコンタクトホールを形成するためエッチングが行われた場合に、ゲート電極上部において、シリコン基板上部に比して速いエッチング速度を得ることができる。このため、本発明によれば、シリコン基板を過剰に除去することなく、容易に配線抵抗の小さな多層配線構造を実現することができる。

【0071】請求項11記載の発明によれば、ゲート電極の上部に、金属シリサイドおよび層間膜を貫通するコンタクトを形成することができる。このため、本発明によれば、ゲート電極の上部に、配線抵抗の小さな多層配線構造を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1の製造方法を説明するための図である。

【図2】 クリーニングガスの濃度とエッチングの選択比との関係を表す図である。

【図3】 本発明の実施の形態2の製造方法を説明するための図である。

30 【図4】 本発明の実施の形態3の製造方法を説明するための図である。

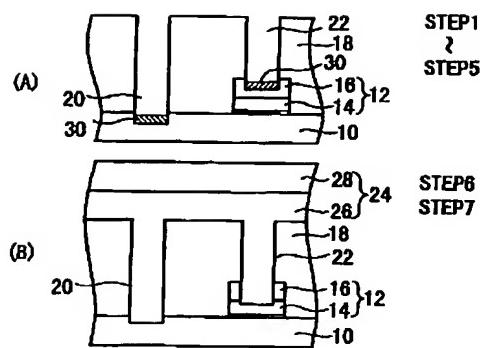
【図5】 従来の製造方法の一例を説明するための図である。

【図6】 従来の製造方法の他の例を説明するための図である。

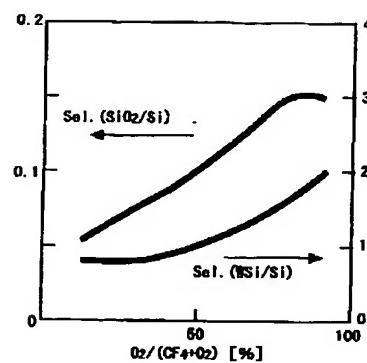
#### 【符号の説明】

10 シリコン基板、 12 ゲート電極、 1  
4、26 多結晶シリコン、 16、28 金属シリ  
サイド、 18 層間酸化膜、 20, 22コンタ  
クトホール、 24 ポリサイド配線、 30 有  
機層、 32キャップ層、 34 層間膜。

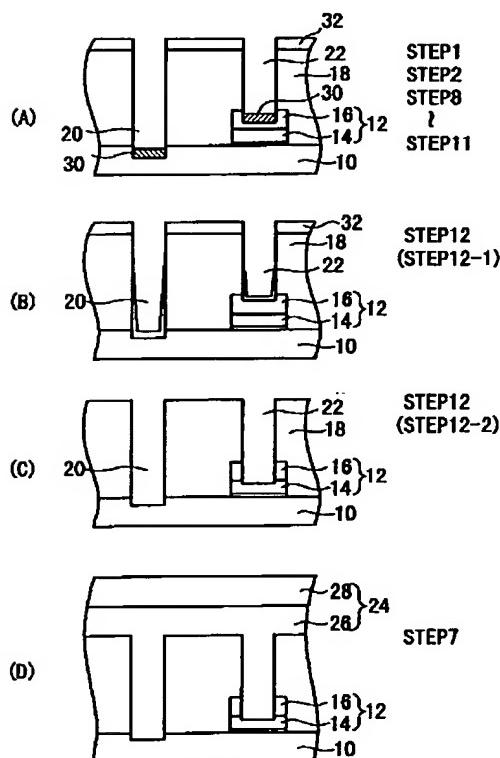
【図1】



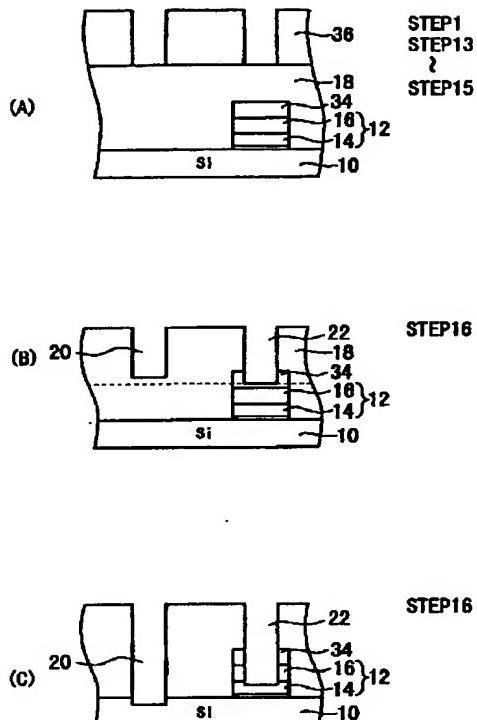
【図2】



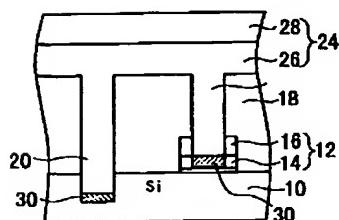
【図3】



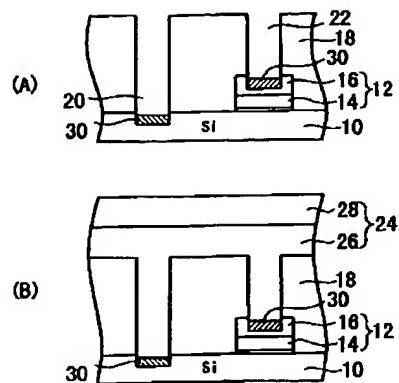
【図4】



【図6】



【図5】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 4M104 AA01 BB01 CC01 DD08 DD22  
FF14 HH15  
5F004 AA09 AA14 BA04 DA00 DA01  
DA04 DA15 DA16 DA17 DA18  
DA22 DA23 DA25 DA26 DA27  
DB03 DB15 EA28 EB01 EB02  
EB03  
5F033 AA13 AA25 AA29 BA02 BA24  
BA33 BA37 BA46 DA07 DA09  
DA32 DA33 DA39